

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

PELETY A BRIKETY Z DŘEVNÍHO ODPADU

Pellets and Briquettes from Waste Timber

bakalářská práce

Autor:

Ladislava Johnová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Ladislava Johnová**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R022 Zpracování a zneškodňování odpadů
Téma: **Pelety a brikety z dřevního odpadu**
Pellets and Briquettes from Waste Timber

Zásady pro vypracování:

Zpracování kvalifikační práce bude dle následující osnovy s využitím 30 až 40 literárních odkazů, 30 % zahraničních

- 1) Úvod a cíl práce
- 2) Charakteristika procesů peletizace a briketace
- 3) Vstupní suroviny vhodné pro výrobu dřevních pelet nebo briket
- 4) Popis technologického zařízení vhodného pro peletizaci a briketaci dřeva
- 5) Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

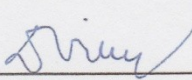
Odpadové fórum : odborný měsíčník o odpadech a druhotných surovinách. CEMC České ekologické manažerské centrum. 1999- . Praha : Dostupný z WWW: <odpadoveforum.cz>. ISSN 1212-7779.
SRB, Jaroslav; RŮŽIČKOVÁ, Zdenka. Peletizace jemnozrnných materiálů. 1.vyd. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979. 305 s. [kniha]

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

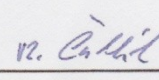
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2010

Datum odevzdání: 30.04.2011


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Autorské prohlášení

Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

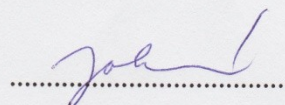
Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Mostě dne 29. 4. 2011



Ladislava Johnová

Ráda bych poděkovala paní Ing. Miluši Hlavaté, Ph.D. za příkladné vedení při zpracování bakalářské práce.

Ladislava Johnová

Anotace

Bakalářská práce se zabývá problematikou výroby pelet a briket z dřevního odpadu. V úvodu je stručně popsán princip briketace a peletizace ve vztahu k potřebám trhu s palivy. Je řešena problematika vstupních surovin vhodných k peletování a briketování. Následně jsou popsány základní výrobní zařízení-lisy a jejich využití v jednotlivých provozech.

Klíčová slova

Peletizace, briketace, karbonizační teplota, dendromasa, kladívkový drtič, substrát, matrice, řezací šrotovnik, dřevní hmota, briketovací lis.

Summary

The Bachelor thesis deals with the production of pellets and briquettes from wood waste or scrap. In the introduction is briefly described the principle of briquetization and is made. In relation to the needs of the market in fuels. The problematics of input raw materials suitable for pelleting and briquetting of. Subsequently described the basic production equipment-presses and their use in various industries.

Key words

Pelletizing, briquetizing, carbonization temperature, dendromass, hammer crusher, substrate, matrix, grinder, wood surfaces, briquetting press.

Obsah

1	Úvod a cíl práce	1
2	Charakteristika procesů peletizace a briketace	3
2.1	Biomasa – obnovitelný zdroj energie	4
2.1.1	Příklady zdrojů biomasy pro energetické využití	4
2.1.2	Tuhá paliva z dřevního odpadu	6
2.2	Proces peletizace	8
2.2.1	Princip peletizace dřevního odpadu	8
2.3	Proces briketace	11
2.3.1	Princip briketace dřevního odpadu	11
3	Vstupní suroviny vhodné pro výrobu dřevních pelet nebo briket	14
3.1	Charakteristika surovin pro výrobu pelet	14
3.2	Charakteristika surovin pro výrobu dřevních briket	18
4	Popis technologického zařízení vhodného pro peletizaci a briketaci dřeva	20
4.1	Popis vybraných strojů a zařízení na zpracovávání dřevního odpadu	21
4.1.1	Stroje na zpracování dřevního odpadu a jejich využití ve výrobě	21
4.1.2	Kotoučové a vibrační třídiče	21
4.1.3	Řezací šrotovnik - drtič	23
4.1.4	Rourová sušička	24
4.1.5	Granulační lis	25
4.2	SG strojírna s.r.o., Sušice	26
4.3	Pest Control Corporation s.r.o., Vlčnov	27
4.4	Briklis s.r.o., Malšice	27
4.4.1	BrikStar MAGNUM – briketovací lis	27
4.4.2	BRISUR – briketovací linka	29

4.5	KOVO Novák, Citonice.....	30
4.5.1	Linka na výrobu pelet	30
4.6	Porovnání spalování biomasy s fosilními palivy	31
5	Závěr	33
6	Seznam použité literatury	34
7	Seznam obrázků.....	39
8	Seznam tabulek.....	40
9	Seznam příloh	40

Seznam použitých zkratek

CZT	Centrální zásobení teplem
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
OZE	Obnovitelný zdroj energie
TKO	Tuhý komunální odpad

1 Úvod a cíl práce

Druhotným produktem každé lidské výrobní činnosti a spotřeby je odpad. V minulosti se člověkem produkováný odpad stačil přírodními procesy likvidovat samovolně a lidskou populaci a životní prostředí nezatěžoval ani neohrožoval. S postupným zvyšováním a specializací výroby a spotřeby začaly vznikat nové druhy odpadů, které jsou produkovány ve velkých objemech a přirozenými procesy, vzhledem k jejich neustálému doplňování se nestačí sami likvidovat.

Jedním z významných druhů odpadů je odpad, který vzniká při těžbě a zpracování dřeva. Dřevo bylo celá tisíciletí využíváno beze zbytku, bez odpadu. V posledních dvou stoletích však bylo jako palivo vytlačeno, palivy fosilními (uhlí, produkty z ropy, zemní plyn) a o odpad vznikající při jeho zpracování přestal být zájem. Dřevní odpad byl v nedávné minulosti likvidován přímým spalováním na místě zpracování a to hlavně při těžbě přímo v lesním porostu nebo v dřezozpracujících provozech jako jsou pily či truhlárny, nebo byl ukládán na skládky bez dalších úprav a v neposlední řadě byl a je používán jako součást kompostů a mulčovacích materiálů.

Dřevní odpad se však v posledních dekádách dvacátého století stává žádanou surovinou, neboť jeho valná část je používána jako vstupní základní surovina při výrobě dřevotřískových desek a OSB desek. OSB desky jsou víceúčelové desky vyráběné unikátní technologií lepení orientovaných dřevěných třísek ve třech vrstvách. Ve vrchních vrstvách jsou orientovány podélným směrem, ve středové vrstvě jsou orientovány příčným směrem. OSB desky jsou úspěšně používány ve stavebnictví a jejich spotřeba společně s jejich zvyšující se kvalitou a užitnou hodnotou neustále roste.

Někteří drobní a středně velcí zpracovatelé dřeva využívají dřevní odpad k následné výrobě dřevních pelet či briket. Získávají tak ušlechtilé ekologicky přijatelné palivo, které v mnoha případech spotřebují sami při výrobě tepla a energie a teprve potom svojí nadvýrobu uplatní na trhu. Některí výrobci svojí veškeré produkci tohoto paliva prodávají a stávají se z nich specialisté na výrobu tohoto druhu paliv.

Cílem bakalářské práce je charakteristika procesů peletizace a briketace dřevních odpadů. Dále bude zhodnocen výběr vhodných odpadů pro výrobu pelet a briket. Také budou uvedeny příklady zařízení k jejich výrobě.

2 Charakteristika procesů peletizace a briketace

V této kapitole bych ráda nejprve uvedla některé základní informace, které se dle mého názoru vážou k danému tématu bakalářské práce včetně vysvětlení pojmu „biomasa“. Dále jsou zde uvedeny zdroje biomasy a stručná charakteristika paliv, která se vyrábí z dřevního odpadu.

Biomasa je v našich podmínkách velmi perspektivním obnovitelným zdrojem energie. Ministerstva životního prostředí (MŽP) a průmyslu a obchodu (MPO) se podílí na podpoře zavádění biopaliv v České republice. Realizací a poskytováním dotací Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie je pověřena Česká energetická agentura a také Fond životního prostředí. Česká republika dle údajů MPO využívá mnohem méně obnovitelných zdrojů energie (OZE), než je běžné ve vyspělých zemích Evropské unie. Vstupem do EU jsme se stali součástí politiky udržitelného rozvoje energetiky a zavázali jsme se tak mimo jiné ke zvýšení podílu OZE (min. na 8 %) na hrubé spotřebě primárních energetických zdrojů do konce roku 2010.[8]

Po vstupu do EU získala ČR také přístup k novým možnostem získání finančních prostředků ze Strukturálních fondů Evropské unie.

Mezi hlavní trendy ve vyspělých zemích EU patří v posledních letech zvyšující se zájem o využití obnovitelných zdrojů energie - dřeva. Důvodem tohoto zájmu je zejména skutečnost, že při využívání biomasy, ke které se řadí také dendromasa se při spalování uvolňuje jen tolik CO_2 , kolik ho bylo do hmoty rostliny akumulováno fotosyntézou v období jejího růstu. Spalování biomasy má tedy nulovou bilanci CO_2 , na rozdíl od fosilních paliv, při jejichž pálení je do ovzduší uvolňován CO_2 nad jeho současnou koncentraci.[14, 30]

Lze říci, že dřevní odpad je nezanedbatelným doplňkovým zdrojem pro výrobu tepelné a elektrické energie. Hlavní formou jeho zužitkování je dosud spalování v dřevozpracujících podnicích a v domácnostech. Spalování dřeva a výrobků z dřevního odpadu není naprosto neškodné vůči životnímu prostředí, avšak v porovnání s fosilními palivy se spalování biomasy podílí významnou mírou na omezování vzniku skleníkových plynů.[8, 28]

2.1 Biomasa – obnovitelný zdroj energie

Jelikož ve své bakalářské práci často zmiňuji pojem biomasa, ráda bych tento pojem nejprve vysvětlila. V dalších oddílech jsou pak popsány zdroje biomasy a její využití jako palivo.

V kontextu materiálu vhodného pro spalování se biomasou dle Nařízení vlády č. 353/2002 Sb., rozumí „rostlinný materiál, který lze použít jako palivo pro účely využití jeho energetického obsahu, pokud pochází ze zemědělství, lesnictví, nebo z potravinářského průmyslu, z výroby surové buničiny a z výroby papíru z buničiny, ze zpracování korku, ze zpracování dřeva s výjimkou dřevního odpadu, který obsahuje halogenované organické sloučeniny nebo těžké kovy v důsledku ošetření látkami na ochranu dřeva nebo nátěrovými hmotami, a dřevní odpad pocházející ze stavebnictví“.[31]

2.1.1 Příklady zdrojů biomasy pro energetické využití

Ve světě se používá řada klasifikačních systémů, které člení biomasu do skupin pro energetické využití.

Obecné rozdělení produkce biomasy na energetické účely [7, 30]:

1. záměrně pěstované rostliny pro energetické využití
2. odpady ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce; druhotné suroviny

ad 1) Záměrně produkovaná biomasa

- Dřeviny - např. vrby, topoly, akáty aj.
- Travní porosty – např. chřastice, sloní tráva
- Obiloviny
- Olejnaté plodiny – slunečnice, len, řepka olejná aj.

ad 2) Odpadní biomasa

- Lesní odpady (dendromasa) – po těžbě dřeva a prořezávek porostů: pařezy, kůra, větve apod.
- Organické odpady – spalitelné odpady z dřezozpracujících podniků, truhláren: hobliny, piliny, kůra, odřezky apod.
- Rostlinné odpady ze zemědělské výroby: obilná a kukuřičná sláma, odpady ze sadů a vinic, z údržby zeleně, seno aj.
- Komunální organické odpady: kaly, TKO
- Živočišné zbytky: peří, kosti, srst, lůj atd.

Vzhledem k tématu zadané bakalářské práce zde uvedu jen stručnou charakteristiku vybraných zdrojů biomasy ze dřeva.

Dřevo a kůra tvoří objemově nejvýznamnější skupinu, která se dělí na [30]:

1. Palivové dřevo – sortiment nejnižší jakosti; nebo v kvalitě užitkového sortimentu, záměrně dodávané jako energetické dříví (např. produkce účelově pěstovaných energetických lesů).
2. Dřevní odpad – dříví neprodejných dimenzí, které je vytěžené z lesů v rámci pěstebních zásahů (např. celé stromky z probírek a prořezávek).
3. Těžební odpad – klest po odvětvění pokácených stromů a odřezky, které vznikají při těžbě (např. větve, kůra, pařezy, kořeny atd.)
4. Odpady z dřezozpracujících podniků – k výše uvedeným zdrojům přibývají ještě hobliny, piliny a brusný prach. V této skupině odpadů může být dřevo ještě kontaminováno lepidly, plasty, laky a barvami.
5. Odpady z chemického zpracování dřeva – zejména výluhy z celulózy aj.
6. Použité dřevo – nábytek, palety, přepravky, dřevěné obaly, stavební dříví (bednění, podlahy z lešení), železniční pražce aj.

Biomasa může být energeticky využita přímým spalováním bez její rozměrové úpravy, nebo po úpravě, kterou je řezání, štípání, štěpkování či drcení. Biomasa může být i

dílčím způsobem zušlechtěna – drcením, sušením a tvarovou úpravou lisováním do briket či pelet, které jsou někdy označovány jako paliva na bázi biomasy.[30]

2.1.2 Tuhá paliva z dřevního odpadu

Dřevní odpad a jeho využití jako palivo je velice složitě definovatelné. Tento odpad má různou vlhkost, formu, výhřevnost a popelnatost. S tím jsou spojeny i různé nároky na skladování, dopravu a samotnou konstrukci spalovacího zařízení.[27]

Výroba paliv z biomasy je vhodnou cestou jak energeticky a efektivně zhodnotit tento odpad. Podíl biomasy v palivu může činit až 25 %.

Tuhá paliva na bázi biomasy (tzv. biopaliva) jsou nejčastěji využívána ve stacionárních kotlích nebo výtopnách, ale mohou rovněž sloužit jako palivo i pro teplárny, produkující současně teplo i elektrickou energii, případně i pro technologie zplyňování či pyrolýzy.[25]

Níže je uvedena stručná charakteristika vybraných druhů tuhých biopaliv [25]:

1. Palivové dřevo

Využívá se v podobě polen pro spalování v malých topeništích a ve formě dřevní štěpky pro spalování ve velkých topeništích výtopen a tepláren. Pro spalování je použitelné dřevo suché, s obsahem vlhkosti do cca 25 %, jehož výhřevnost se pohybuje okolo 13 – 16 GJ/t.

2. Odpadní dřevo

Využívá se buď přímo ve formě hoblin, štěpky a pilin, nebo je upravováno do formy dřevěných pelet či briket. Takto zušlechtěná paliva jsou vhodná pro spalování jak v malých, tak i ve velkých topeništích. Podrobněji se charakteristikou a výrobními postupy pelet zabývám v kapitole 2.2 Proces peletizace dřevního odpadu a briket v kapitole 2.3. Proces briketace dřevního odpadu.

Základní údaje o výhřevnosti a objemové hmotnosti nejčastěji používaných tuhých biopaliv jsou uvedeny v následující tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: *Výhřevnosti a objemové hmotnosti používaných tuhých biopaliv [25]*

Druh paliva	Obsah vody [%]	Výhřevnost [GJ/t]	Objem. hmotnost volně loženého paliva [kg/m³]
Polena (měkké dřevo)	0	18,6	355
	10	16,4	375
	20	14,3	400
	30	12,2	425
	40	10,1	450
	50	8,1	530
Dřevní štěpka (smrk)	10	16,4	170
	20	14,3	190
	30	12,2	210
	40	10,1	225
Dřevěné brikety	6 – 12	15,5 – 18,5	650 - 850
Dřevěné pelety	6 - 12	16,5 - 18	650 – 750
Sláma obilovin	10	15,5	120 (balíky)
Sláma kukuřice	10	14,4	100 (balíky)
Sláma řepky	10	16,0	100 (balíky)

2.2 Proces peletizace

Peletování je progresivní způsob zhutnění, při kterém dochází ke zpracování rozdrčené a vysušené dřevní hmoty. Děje se tak za pomoci lisu a při použití velmi vysokého tlaku. Výsledným produktem této technologie jsou pelety různých rozměrů.[29]

Peletizace neboli sbalování jemnozrnných materiálů je proces, kdy dochází k převedení těchto sypkých jemnozrnných materiálů do kusového tvaru. Sbalky mají kulovitý tvar o průměru 3-30 mm. Při jejich výrobě je využíván princip kapalinných můstků, kdy současně s rotačním pohybem se navlhčené částice shlukují ve sbalcích s postupným vývojem vazebných sil. Sbalky mohou být konečným produktem nebo jsou dále upravovány sušením či vypalováním.

Procesy peletizace byly a jsou využívány především v chemickém průmyslu. První teoretickou úvahu o pochodu sbalování předložil v roce 1944 C.V.Firth, který vysvětluje soudržnost částic ve sbalku působením mechanických sil ve sbalovacím zařízení.[1]

V zásadě se rozlišují dva principy zhutňování [2]:

- Nástavbová granulace – způsoby, při kterých spojení částic není obsaženo působením vnějších tlaků, ale vlivem pomocných prostředků vlhkostí nebo sušením.
- Aglomerace lisováním – způsoby, při kterých je spojení částic podporováno působením vnější síly. Materiál se lisovacím strojem zhutní tak silně, že se vytváří aglomerovaný materiál s dostatečnou pevností.

2.2.1 Princip peletizace dřevního odpadu

Na rozdíl od výše popsaného, jsou pelety z dřevního odpadu zpravidla granule kruhového průřezu o průměru 6 až 14 mm a délce 1 až 5 cm, které jsou vyrobeny výhradně z organického materiálu, biomasy (dřevo, dřevní odpad, piliny, stébelniny) bez chemických přísad. Pelety se lisují za vysokého tlaku na protlačovacích matricových lisech.[6]

Je tedy zřejmé, že pelety vzniklé sbalováním a pelety lisované z dřevního odpadu mají mimo stejného názvu společnou pouze jednu vlastnost a to, že při těchto diametrálně odlišných technologických postupech vzniká ze sypkých materiálů kusový produkt, se kterým lze následně snadněji manipulovat, který lze snadno skladovat, uchovávat a dávkovat.[6, 12]

Vstupní surovinu pro výrobu dřevních pelet tvoří odpady vznikající při prvotním pilařském zpracování nebo při těžbě dřeva. Nejvhodnější jsou piliny a suchý odpad dřevoprůmyslu, který by měl mít minimální obsah dřevního prachu. Vlhkost pilin by neměla přesahovat hranici 10 %, vyšší vlhkost suroviny se odstraňuje umělým sušením. Surovina se upraví na vhodnou velikost kladívkovým drtičem, který se zařazuje před vlastní peletizaci.[3, 15]

Hlavní stroj pro výrobu pelet je protlačovací matricový lis (talířový, prstencový nebo plochý). Protlačováním materiálu otvory matrice o potřebném průměru vznikají pelety o vysoké teplotě (kolem 150 °C) a křehkosti. Působením vznikajícího tepla se uvolní, z buněčných struktur dřeva lignin dochází k jeho plastifikaci a spojí tak jednotlivé částice do kompaktního tvaru granule-pelety. Následuje ochlazení, pelety dosáhnou potřebné pevnosti a trvanlivosti expedují se na váhy nebo rovnou do zásobníku.[10]

Dřevní pelety mohou dosahovat různé barvy v závislosti na použitém druhu dřeva, na kvalitě suroviny ovlivněné vlhkostí nebo příměsí kůry (obrázek č. 1 a 2) a použitým technologickým procesem výroby. Kromě těchto dřevních pelet se také na trhu objevují pelety rostlinné, kůrové, rašelinové a pelety z dalších materiálů z biomasy a jejich vzájemných směsí – tzv. směsné pelety.[10]



Obrázek č. 1: *Dřevěné pelety bez kůry [18]*



Obrázek č. 2: *Dřevěné pelety s kůrou [18]*

Výhodou peletovacích lisů je i nesporně jejich možné využití pro lisování krmných plodin v období jejich sklizně a naopak možnost zpracovávat dřevní odpad v období vegetačního klidu.[10]

Nízké emise kysličníku uhelnatého a prachu při vytápění peletami v automatických kotlích předepisuje norma pro „Ekologicky šetrný výrobek v ČR“. Absenci kysličníků síry a neutrální balance kysličníku uhelnatého mají kotle na pelety hned na prvním místě v řadě ekologických zdrojů tepla.[26]

2.3 Proces briketace

Briketování je proces, při němž jsou jemnozrnné materiály lisovány pod vysokým tlakem do tvaru hranolu či válce, případně dutého válce. Briketovací lis stlačuje výchozí materiál v lisovací formě, v důsledku toho se jemnozrnné částice přibližují a působením vazebných sil spojují do hrubého agregátu – briket. Tvar a rozměr brikety je určený tvarem a rozměrem lisovací formy. Princip briketování byl zprvu uplatněn pouze při zpracování uhelného prachu tzv. mouru vznikajícího na třídících linkách vytěženého uhlí. Již v 19. století a zvláště pak ve století dvacátém nebyl uhelný prach ponechán bez užitku a jeho producenti jej vzhledem k jeho vysokému energetickému potenciálu a dobrým vlastnostem při spalování dále zpracovávali briketováním.[3, 19, 20]

2.3.1 Princip briketace dřevního odpadu

Používají se různé metody briketování, které je možné rozdělit do dvou základních skupin [20]:

Briketace bez pojiva

- suchou směsí při nízké teplotě vysokým tlakem
- suchou směsí při bertinizační karbonizační teplotě nízkým tlakem (bertinizační teplota 200 – 375 °C při které je odstraněna voda a nehořlavé plyny, prach se stává plastičtější)
- mokrou směsí nízkým tlakem

Briketace nízkým tlakem s pojivem

- anorganickou (cement, jílovitá hlína, vápno a podobně)
- organickou nehygroskopickou (dehet, asfalt)
- organickou hygroskopickou (mouka, melasa, škrob atd.)

Těžké suroviny, průmyslové odpady a různé materiály se vyznačují určitými vlastnostmi, které ovlivňují briketovatelnost a technologii briketování. Volba způsobu briketování závisí na struktuře, zrnitosti, mechanických a fyzikálně chemických vlastnostech složení briketovacího materiálu (viz tabulka č. 2).[20]

Tabulka č. 2: *Klasifikace materiálu podle briketovatelnosti [20]*

Briketace bez pojiva	Briketace s pojivem
Pojivo je obsažené v samotném materiálu	Anorganickým
Materiál s obsahem koloidních částic	Organickým
Briketují se při střední teplotě s následným výpalem	
Briketují se při vysokém lisovacím tlaku	

V současné době je tento způsob zpracování uhlí na ústupu a to díky neustále se zvyšujícím nákladům na lisování a sušení uhelného prachu. Uhlé brikety jsou využívány pouze drobnými spotřebiteli, spíše jako palivo doplňkové.

Na rozdíl od výše popsaného, technologie briketování dřevního odpadu využívá mechanických a chemických vlastností materiálů, které se použitím vysokotlakého lisování zhutňují do kompaktních tvarů bez přídavku pojiva s využitím pryskyřic obsažených v materiálu působením vysokého tlaku (14 – 35,5 MPa) a tímto tlakem vznikajícího tepla se uvolní z buněčných struktur dřeva lignin, dochází k jeho plastifikaci a spojí tak jednotlivé částice do kompaktní brikety. Nejznámějšími tvary briket jsou kvádry a válce o délce do 300 mm a průměrech 40 – 100 mm (viz obrázek č. 3 a 4). Objemová redukce vstupního materiálu tak může dosahovat poměru 12:1.[9, 20]

Při briketování bez pojiv dojde k přiblížení jednotlivých částíček na minimální molekulovou vzdálenost. Mluví se o vzdálenosti, při které jsou účinné síly ve formě Van der Waalsových sil. Uvedené pohyby molekul mohou proběhnout jen za velmi vysokých tlaků.

Vazby a vazebné síly při briketování [21]:

- Vazba v důsledku adhezních sil bezprostředně mezi zrny, neboli vzájemné působení mezi adsorpčními vrstvičkami na jejich povrchu
- Vazba pomocí kapaliny nízké viskozity

- Vazba pomocí kapaliny vysoké viskozity
- Vazba můstky
- Vazba v důsledku tvaru zrn

Základním vstupním parametrem je vlhkost zpracovávaného materiálu, která je důležitá pro lisování dendromasy. Pokud vlhkost přesáhne hranici 20 %, tak se dendromasa v lisovací komoře nezhutní do požadovaného rozměru a briketa se rozpadne. Maximálně se doporučuje vlhkost do 15 %.[18]

Ukázky různých typů briket jsou znázorněny na obrázcích č. 3 a 4:



Obrázek č. 3: *Dřevěné brikety s dutinou [11]*



Obrázek č. 4: *Dřevěné brikety balené ve folii [11]*

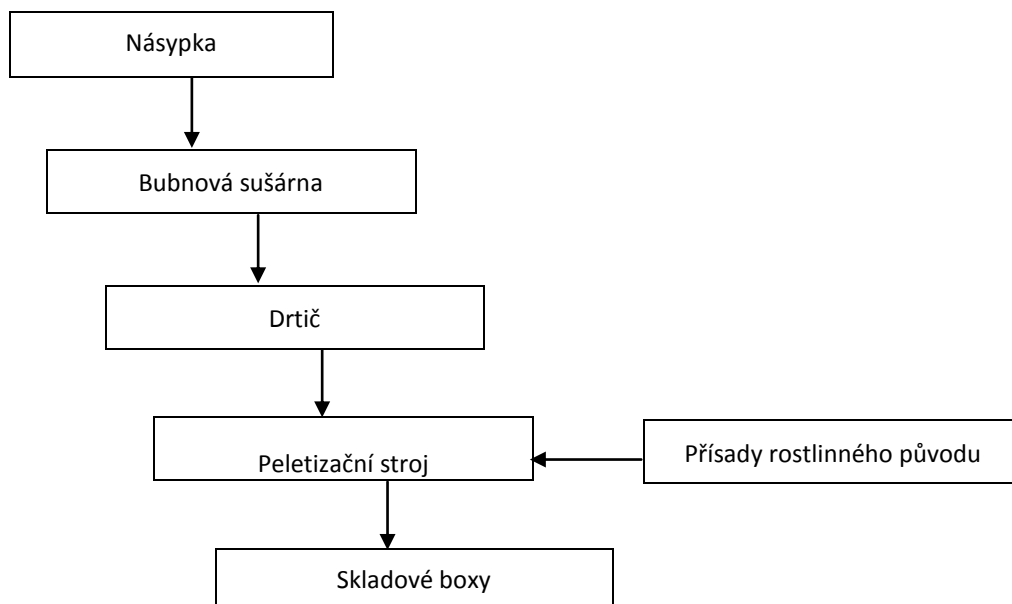
3 Vstupní suroviny vhodné pro výrobu dřevních pelet nebo briket

Nejčastěji se na výrobu pelet a briket používá čistá homogenní dřevní hmota např. smrkové dřevo v podobě suchých hoblin; směs vlhkých pilin (z katrů) z měkkého i tvrdého dřeva; opraná kůra stromů a lesní štěpka.[32]

3.1 Charakteristika surovin pro výrobu pelet

Surovinou pro výrobu pelet je čistá, homogenní dřevní hmota ve formě pilin s minimem dřevního prachu, který zhoršuje pevnost pelet. Optimální rozměry pilin jsou 2 až 5 mm. Velikost vstupní suroviny závisí na konstrukci lisu a na žádané velikosti lisovaných pelet. Obsah vody v surovině by se měl pohybovat kolem 10 až 15 %, tzn., že většinou se musí piliny od katru, které mají okolo 45 % vody, sušit. Proto jsou ve velké výhodě velké dřevozpracující podniky s truhlářskou výrobou, které do pelet zpracovávají suchý odpad. V níže uvedené tabulce č. 3 je zjednodušené schéma zpracování dřevní hmoty.[32]

Tabulka č. 3: *Schéma zpracování homogenní dřevní hmoty*



Vlhké piliny se zpravidla suší v bubnových sušárnách přímo spalínami, ale v poslední době zahraniční zákazníci vyžadují sušení horkým vzduchem, čili přes výměník a to ještě s teplotami kolem 160 °C, aby nedocházelo ke ztrátě spalitelných těkavých látek, odstranila se jen přebytečná voda. Potom také nedochází k náhodnému připalování nebo dokonce k zahoření sušárny, ale sušící zařízení je o investici do výměníku nákladnější. Výkonnost sušícího zařízení je zpravidla o něco větší než výkonost hlavního peletovacího stroje, přesto nerovnoměrnost výkonů stejně vyrovnává chladicí mezizásobník suché suroviny. S ohledem na stupeň technické dokonalosti je spotřeba tepla na odpar 4 až 5 MJ/kg vody a podle obsahu vody vstupní suroviny do sušárny se stanoví potřeba paliva pro ohřev sušícího vzduchu.[15]

To odpovídá spotřebě asi 0,5 kg odpadového dřeva, nebo 0,12 kg LTO/kg vody. Do výrobního procesu většinou nepřichází surovina v optimálním tvaru, ale jako piliny, hobliny, kousky dřeva, a proto je ji třeba před vlastní peletizací homogenizovat, upravit částice na vhodnou velikost. To se zajišťuje výkonným kladívkovým drtičem, zpravidla před peletizačním strojem. Jen výjimečně se tento stroj vynechává a nahrazuje třídičem.

Příkon drtiče je několik desítek kW a svou spotřebou se přibližuje spotřebě peletizátoru.[16]

Pokud technologický stav suroviny dovoluje homogenizátor vynechat, docílí se značných úspor, investičních i provozních nákladů. Při dostatku suroviny postačuje k její úpravě vhodná soustava sít.[16]



Obrázek č. 5: *Příměs pelet – seno zpracované na nožovém šrotovníku*



Obrázek č. 6: *Příměs pelet – obilné a slunečnicové plevy*

K výrobě pelet je možné použít i jiné suroviny rostlinného původu např. obilní slámu, řepkovou slámu, seno, kukuřici, slunečnici, křídlatku, šťovík. Tyto plodiny je pak možné použít při výrobě samostatně nebo ve směsi s pilinami (obrázek č. 5, 6 a 7). Vznikají tak pelety směsné.[9]



Obrázek č. 7: Dřevní odpad z tvrdých dřev

Výzkum tlakové aglomerace rostlinných materiálů začal někdy začátkem dvacátého století. První vztah mezi hustotou a tlaky zahušťujícími slámu v briketovacím lisu popsal Berstein roku 1912. Největší rozvoj začal v 60 letech. V případě spalovacích briket z rostlinných materiálů se zvyšuje jejich soudržnost a jsou také charakteristické lepší kinetikou spalování (tabulka č. 4).[22]

Tabulka č. 4: Průměrné chemické složení hořlaviny dřevní hmoty [22]

Složka	Obsah [%]	Složka	Obsah [%]
C	50,747	S	0,000
H ₂ O	6,147	N	0,526
O ₂	42,580	As	1,320

3.2 Charakteristika surovin pro výrobu dřevních briket

Dřevní brikety jsou vyráběny lisováním např. ze suchého dřevního prachu, drtě, pilin, kůry, jemných hoblin nebo rostlinných zbytků (obrázek č. 8).

Podle zvoleného typu materiálu se na trhu můžeme setkat s briketami z přírodního a umělého dřeva, kůry, slámy, energetických plodin nebo a briketami vyrobených ze směsí těchto materiálů – tzv. směsnými briketami (obrázek č. 9 a 10).

Rozhodujícím parametrem zpracovávaného materiálu je velikost částic a vlhkost substrátu. Na rozdíl od peletizace mohou být částice vstupního materiálu větší; v rozsahu od 3 do 20 mm v jednom směru a není dále potřebná jejich předvýrobní příprava kladívkovým drtičem či jiným šrotovníkem. Vlhkost zpracovávaného materiálu pak nesmí přesáhnout 15 % vody.[13, 17]



Obrázek č. 8: *Piliny a hobliny z truhlářské výroby*

Různé způsoby zpevňování briket [20] :

- Vysokoteplotní – dochází k uplatnění vazebních sil spékání a vazba způsobená rekrystalizací;

- Nízkoteplotní – základem jsou fyzikálně – chemické reakce v syrové briketě, závisí na použití přísad.

Na obrázku č. 9 je detailní foto příměsi dřevních briket – pazdeří, konopí



Obrázek č. 9: *Příměs dřevních briket – pazdeří konopí [24]*



Obrázek č. 10: *Briketa z umělého dřeva [24]*

4 Popis technologického zařízení vhodného pro peletizaci a briketaci dřeva

V první části této kapitoly představuji základní fáze v procesech zpracování odpadu. V dalších oddílech uvedu konkrétní příklady technologických zařízení, které se v současné době používají k přípravě a výrobě pelet a briket z dřevního odpadu.

Převážná část dřevního odpadu, která je určena k dalšímu využití musí být předem upravena. Např. kusový dřevní odpad, jako jsou těžební zbytky a kůra. Tyto odpady se nejprve třídí podle velikosti frakcí, drtí, případně sekají, rozmělnují a suší. A poté se dále zpracovávají dle potřeby.

Základní fáze, které se používají v procesech zpracování odpadu, můžeme rozdělit na [29]:

1. Fáze přípravy

- třídění
- drcení
- sušení

2. Fáze (transformace) přeměny

- materiálové zhodnocení
- spalování
- zhutňování (briketace, peletizace, kompakce)

3. Fáze využití

- produkt (druhotná surovina, kompost)
- produkt energie (tepelná, elektrická)
- produkt zhutňování (brikety, pelety)

4.1 Popis vybraných strojů a zařízení na zpracovávání dřevního odpadu

Sekání, drcení a mletí dřeva jsou technologické postupy, které zhodnocují dřevní odpad. Stroje, určené k této činnosti se rozdělují dle množství a druhu zpracovávaného materiálu, prostorového řešení či požadavku na kvalitu výstupní frakce štěpky.[35]

4.1.1 Stroje na zpracování dřevního odpadu a jejich využití ve výrobě

Sekačky – rychloběžné stroje s vysokým výkonem. Sekání (štěpkování) dřevního odpadu vytváří vysoce kvalitní štěpku, která je určena pro další zpracování v dřevařském průmyslu.

Drtiče – pomaloběžné stroje s nízkou hladinou hluku při zpracování odpadu. Drcení dřevního odpadu vytváří štěpku vhodnou zejména pro spalování nebo výrobu dřevních briket.

Mlýny – rychloběžné stroje, jejichž výkon je závislý na druhu, vlhkosti a velikosti vstupního materiálu. Mletí štěpky je způsob přípravy dřevního odpadu pro peletování nebo briketování.[35]

4.1.2 Kotoučové a vibrační třídiče

K separaci sypkých odpadů jsou určeny kotoučové třídiče, které umožňují spolehlivé oddělení nadrozměrných štěpek, hoblin, kůry a minerálních nečistot od požadované frakce (obrázek č. 11).[35]

Výhody kotoučového třídiče

- vysoký výkon při malém elektrickém příkonu,
- pro instalaci je nutný pouze minimální prostor,
- při provozu nevyžaduje téměř žádnou údržbu, má samočisticí schopnost.

Nevýhoda kotoučového třídiče

- není určen na práci na volných plochách (musí být chráněn proti působení povětrnostních vlivů)



Obrázek č. 11: *Kotoučový třídič [35]*

K separaci sypkých nelepivých a málo abrazivních materiálů (např. dřevěných pilin a štěpek) se používají vibrační třídiče.

Výhody vibračního třídiče

- vysoký výkon při malém elektrickém příkonu,
- nízká hlučnost
- možnost instalace i uvnitř provozů
- v nosném rámu je zavěšen pohyblivý rám, který je osazen výměnnými sítí. Síta jsou snadno vyměnitelná a počet sítí je dán počtem frakcí, na které má být materiál separován

Nevýhoda vibračního třídiče

- není určen na práci na volných plochách (musí být chráněn proti působení povětrnostních vlivů)

4.1.3 Řezací šrotovník - drtič

Před procesem přeměny je vhodné dřevní odpad – piliny, hobliny nebo i příměsi materiálu jako je sláma, seno či jiný rostlinný produkt homogenizovat - vytvořit stejnorodou směs o stejné velikosti částic. Též je vhodné připravenou hmotu zbavit nežádoucích částic, jako jsou drobné kameny či kov. K tomuto účelu se používá kladívkový nebo řezací šrotovník (obrázek č. 12 a 13).



Obrázek č. 12: Řezací šrotovník zařazený před peletovací linkou

V těchto šrotovnicích dochází k rozmělnění dřevní hmoty a zároveň k oddělení větších nelisovatelných částic a nežádoucích příměsí, neboť šrotovníky jsou opatřeny sítí. Rozšrotovaná dřevní hmota je poté dopravována k dalšímu zpracování.



Obrázek č. 13: *Detail řezacího šrotovníku*

4.1.4 Rourová sušička

Postup sušení odpadového materiálu[34]:

Sušením dřevního odpadu se vyrobí hodnotná surovina pro výrobu paliva – pelet a briket. Horký vzduch je vháněn dovnitř sušičky a prouděním vzduchu dochází k vysušení materiálu. Piliny či jiný materiál s délkou méně než 5mm a průměrem menším než 3mm, se nasype nebo nasaje na začátku sušící zóny a díky horkému víru se sušený materiál zbaví vlhkosti. Vlhkost materiálu pro výrobu pelet či briket bude menší než 12%.

Princip činnosti:

Tělo sušičky se skládá ze dvou dílů, roury většího a menšího průměru. V rouře většího průměru se materiál zpomalí a dochází k intenzivnímu sušení. Vlivem zúžení vzniká větší rychlost pohybu materiálu a tím se dostává předsušený materiál do další sušící zóny. V další zóně se cyklus opakuje, až dopravní ventilátor přepraví suchý materiál do zásobníku.

Sušička obsahuje: 1x kotel, 1x odstředivý ventilátor, 1x motor 4kW nebo 5,5kW, 380V



Obrázek č. 14: Rourová sušička [34]

4.1.5 Granulační lis

Mezi nejpoužívanější zařízení na výrobu dřevních pelet patří granulační lisy též známé pod názvy granulátory či peletizéry. Společným znakem těchto lisů je princip výroby granulí či pelet založený na protlačování lisovaného materiálu otvory v kruhové matici odvalujícími rolnami. Matrice může být pevná nebo otočná. Může být v poloze horizontální nebo vertikální. Přítlačné rolly mohou mít tvar kuželovitý či válcovitý. Samotné rolly jsou pak dvou a čtyřramenné a stejně jako matrice jsou buď pevné, nebo otočné. Lisovací tlak je možné upravovat mechanickým či hydraulickým přitlačením rolen k matici.

Lisovací stroje z hlediska tvaru lisovací formy dělíme [22] :

- Lisy se zavřenou formou s oboustranným lisováním
- Lisy s otevřenou lisovací formou se zúžením ve směru lisování
- Lisy se zavřenou formou a jednostranným stáčením (laboratorní)
- Lisy válcové
- Lisy prstencové



Obrázek č. 15: *Granulační lis a kruhová matrice [33]*

Vzhledem k tomu, že na našem trhu existuje celá řada výrobců a dovozců technologických zařízení na zpracování dřevního odpadu a výroby pelet, představím ve své práci jen některé z nich.

4.2 SG strojírna s.r.o., Sušice

Výrobní podnik, který má již šedesátiletou tradici výroby strojů a zařízení na zhodnocení a recyklaci dřevního odpadu a kůry z dřevozpracujících., zejména pro pilařské podniky. Dodává komponenty do linek na výrobu dřevěných pelet a briket. Firma je členem Svazu výrobců dřevozpracujících strojů a zařízení. Svaz sdružuje 15 významných výrobců v České republice. Výrobní sortiment strojů a zařízení je značně obsáhlý, pro příklad uvedu jen některé z nich [35]:

Linky na přípravu dřevní biomasy – na výrobu energetické štěpky, na výrobu mikroštěpky, homogenizační linka pro peletování, sekačky dřevního odpadu, drtiče, dopravníky, třídiče aj.

4.3 Pest Control Corporation s.r.o., Vlčnov

Firma vyrábí a dováží na český trh a střední Evropu peletovací lisy pro domácí a pro průmyslové použití, drtiče, sušičky na výrobu pelet a briket a spalovací zařízení – kotle na spalování pelet.[23]

4.4 Briklis s.r.o., Malšice

Výrobní firma Briklis, s.r.o. z Malšic vyvinula již v roce 1991 první český hydraulický briketovací lis. Od té doby již zrealizovala téměř 2000 projektů. Pro využití odpadů z pilařských provozů byl lis doplněn třídičem, dopravníkem, kotlem pro spalování štěpky a sušárnou pilin. V současnosti dodává na náš trh několik typů hydraulických briketovacích lisů s názvem „BrikStar“, které jsou se svými možnostmi a výkony vhodné do různých provozů, kde se zpracovává dřevný odpad (příp. i kovový odpad).

Výhodou hydraulických lisů je jejich variabilita a také možnost zabudování do komplexu briketovacích linek. Přídavné komponenty příslušenství, které rozšiřují použitelnost a v neposlední řadě usnadňují obsluhu, jako jsou např. briketovod (slouží pro dopravu briket z lisu k místu balení, jsou to dvě silnostěnné plastové trubky, které jsou připojené k lisu), čidla, která upozorňují na minimální hladinu materiálu nebo naopak na naplněnost násypky, kryty pro venkovní použití, filtrační nástavby aj.[36]

Ve své práci bych ráda představila dva výrobky fy. Briklis, a to hydraulický lis „BrikStar MAGNUM“ a briketovací linku BRISUR.

4.4.1 BrikStar MAGNUM – briketovací lis

Lis (obrázek č. 16) je určen pro komerční výrobu briket ve tvaru kvádra větších rozměrů, které dosahují hmotnosti více než 1000 kg/ m³ a splňují normy DIN 51731

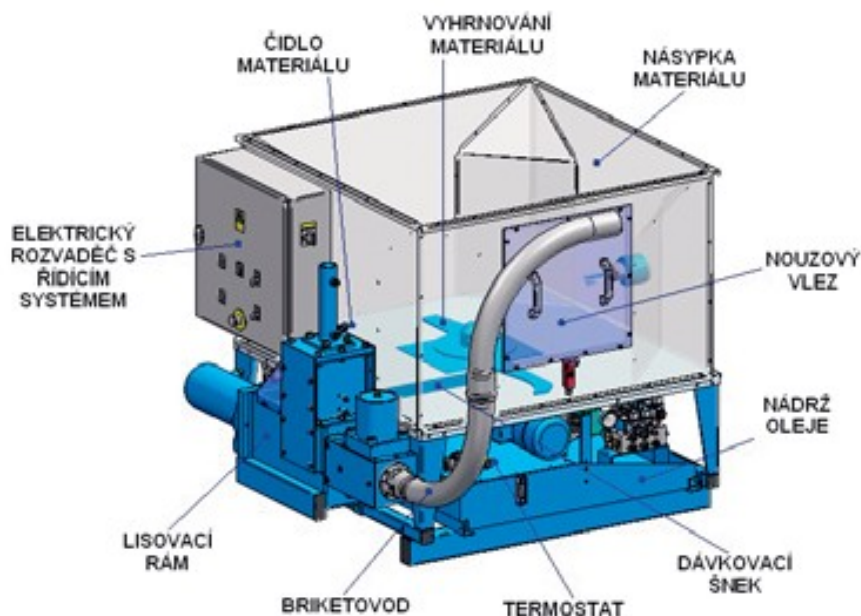
Lisovací válec vytváří v raznici tlak na materiál až 1200 bar., raznice je dlouhá 700 mm a chladí se vodou. Při lisování se nepoužívají žádné pojiva.

Brikety ve tvaru kvádra mají rozměr 135x65x80-100 mm a výhřevnost 15 až 18 MJ/kg. Tvar briket je optimální i při skladování a balení. Lisuje se materiál jako piliny, hobliny, prach o rozměru menším než 20 mm v jednom směru a vlhkostí do 10 %. Lze použít i materiál jako drcený papír i biomasa. Lis MAGNUM je ve standardním provedení

připraven pracovat nepřetržitě a je vhodný pro zařazení do výrobní briketovací linky. Má hydraulický agregát s chlazeným olejem a násypku o objemu 2 m³. [37]

Přednosti lisu:

- Masivní konstrukce
- Raznice chlazená vodou
- Minimální náklady na montáž
- Nízká prašnost v provozu
- Řízen na dálku – ovladačem
- Automatické nastavení velikosti pelet
- Nízká spotřeba energie
- Nízké opotřebení
- Venkovní provedení, umístění pod síto
- Kompletní dodávka s možností doplnění o sušárnu pilin



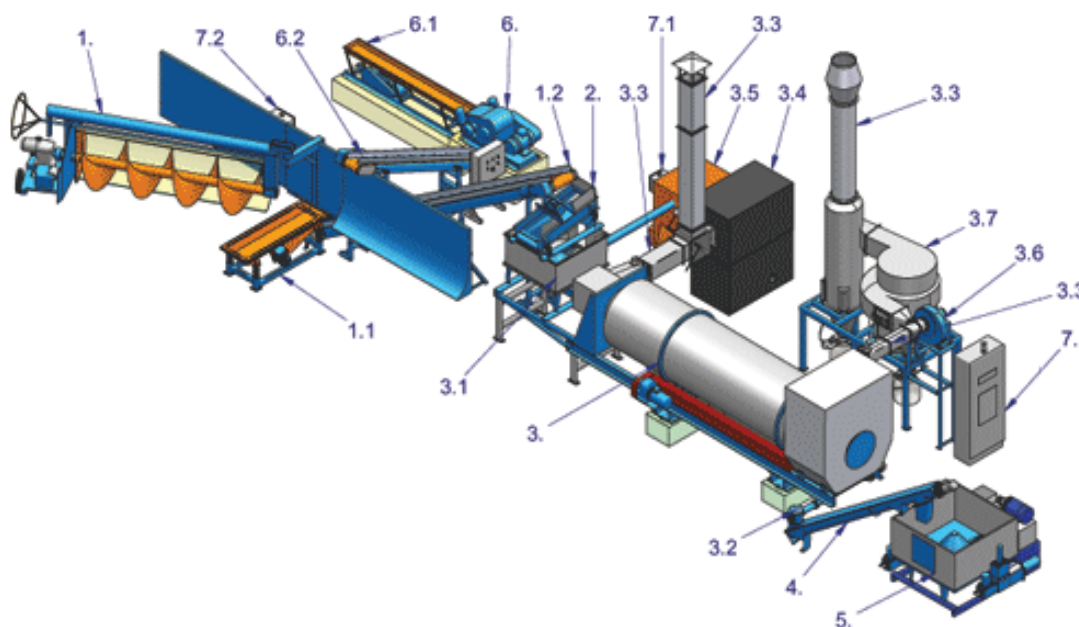
Obrázek č. 16: Briketovací lis BrikStar [37]

4.4.2 BRISUR – briketovací linka

Technologická linka BRISUR zpracovává piliny z pilařské výroby briketováním as výkonem 200, 400, 600, 800 nebo 1000 kg/h [38]

Výhody:

- Velký výběr výkonů a příslušenství
- Snadné přizpůsobení k prostorám
- Nízké opotřebení, náklady na údržbu
- Nízká spotřeba elektrické energie
- Automatické řízení
- Atestované a certifikované zařízení
- Rychlý servis, snadná obsluha



Obrázek č. 17: Briketovací linka BRISUR [38]

Popis jednotlivých částí:

1. přihrnovací šnek, 1.1. vibrační dopravník, 1.2. pásový dopravník
2. vibrační třídič, 3. sušárna, 3.1. zásobník sušárny, 3.2. vynášecí šnek,
- 3.3. potrubí, 3.4. kotel, 3.5. zásobník paliva, 3.6. ventilátor, 3.7. cyklon,
- 3.8. dopravník paliva, 4. šnekový dopravník, 5. briketovací lis, 6. nožová sekačka,
- 6.1. vibrační dopravník, 6.2. pásový dopravník, 7. elektrický rozvaděč hlavní
- 7.1. elektrický rozvaděč kotle, 7.2. elektrický rozvaděč materiálu

4.5 KOVO Novák, Citonice

Rodinná firma, která patří mezi největší výrobce zemědělské techniky a od roku 2004 se zabývá také vývojem zařízení pro ekologické spalování biopaliv a zařízením na výrobu pelet. V roce 2005 dostala firma osvědčení č. 316 k používání znaku „ČESKÝ VÝROBEK“ za vývoj a výrobu malé granulační linky, která má výkon min.100kg/hod. Tato peletizační linka vyniká vlastní jedinečnou konstrukcí a nemá svou velikostí a parametry na trhu v ČR ani ve světě obdoby. Je určena zejména těm spotřebitelům, kteří si chtějí výrobu pelet a granulí zajišťovat sami z vlastních zdrojů.[39]

4.5.1 Linka na výrobu pelet

Granulační linku lze použít pro granulaci pilin ze dřeva, slámy, papíru, biomasy atd.

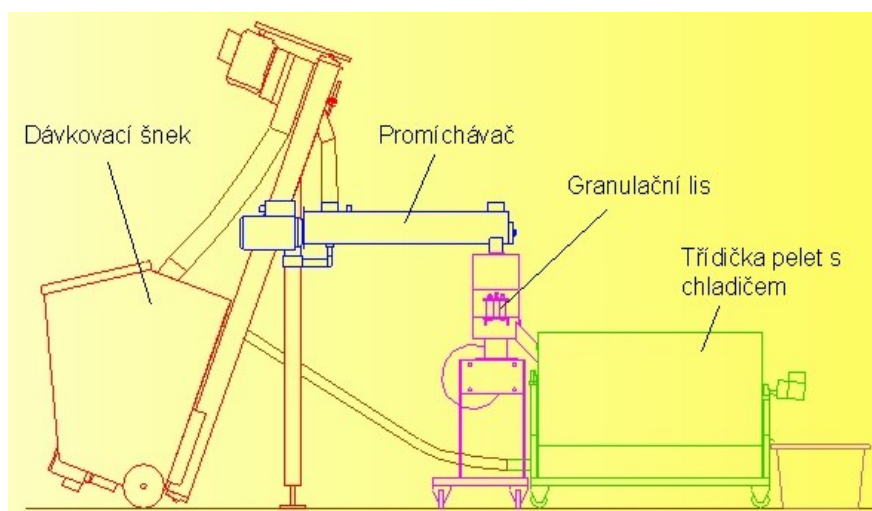
Výrobní postup pelet:

Z dávkovacího šneka se do uzavřené násypky nasype materiál pro granulování. Speciální šnek poté vynáší materiál k dávkovacímu otvoru, kterým přesně nastavená dávka hmoty propadne do míchacího zařízení. Zbytek hmoty se přepadem odvádí zpět do násypky a vše se opakuje v tzv. uzavřeném kruhu.

Hmota, která prošla dávkovacím otvorem do promíchávače hmoty se v něm smíchá s dalšími komponenty, napaří se párou a dále propadává přímo na granulační kola

granulátoru, kde za vysokého tlaku a teploty dochází k částečné plastifikaci materiálu přes matrici. Poslední fáze granulačního procesu spočívá v tom, že pelety propadají do třídičky a tím se zároveň i ochladí, čímž se zabrání jejich pozdějšímu rozpadu vlivem přehřátí.

Nestandardní granule nebo pelety a prach se vrací zpět spirálovým šnekovým dopravníkem do násypky a peletizační proces se opakuje.[39]



Obrázek č. 18: Linka na výrobu pelet a granulí MGL 200 [39]

4.6 Porovnání spalování biomasy s fosilními palivy

Například pro vytápění rodinného domku lze zvolit několik řešení nebo způsobů, které lze využít. Pro srovnání vytápění biomasou byly vybrány systémy, které spalují fosilní paliva a to např. uhlí, plyn. Všechny zmiňované systémy jsou plně automatizované a splňují požadavky z hlediska bezpečnosti a zároveň zabezpečují vysokou úroveň komfortu.[4, 26]

Z celkového hlediska a to i z finančního lze konstatovat, že spalování uhlí patří mezi ty nejvýhodnější, kde provozní náklady u biomasy jsou však jen mírně vyšší a to za předpokladu získání státní dotace na kotel na biomasu. Tyto celkové náklady ale budou za více jak 15 let o několik desítek tisíc menší, než kdyby se využívala technologie na uhlí. S tímto je spojené posouzení náročnosti výroby elektrické energie z biomasy oproti výrobě z jiných výroben, je důležité znát jejich výrobní náklady.[3, 26]

Z různých průzkumů bylo zjištěno, že nejlevnější elektrická energie je vyrobena v hnědouhelných elektrárnách, kde je možné spalovat i tyto, sobě si vlastnostmi podobné

společně ve stejných zařízeních nebo lze také využít spoluspalování. U tepelných elektráren se cena vstupního paliva jako např. hnědé uhlí podílí v průměru 40 % z celkových nákladů.

V ekonomickém rozboru porovnání CZT ale i individuálního vytápění biomasou byl proveden výpočet, který stanoví srovnání v obci, která má 100 rodinných domků, kde má každý roční spotřebu teplé vody a potřebu na vytápění 100 GJ kde 87 GJ je stanoveno na vytápění a 13 GJ na ohřev TUV. V této studii se především počítalo s tím, že v okolí cca 5 km jsou zdroje biomasy, plantáže RRD, peletovací linky v obci atd.[26]

5 Závěr

V současnosti je význam úpravy odpadních surovin ze dřeva značně aktuální a to zejména vzhledem k tomu, že neustále stoupá energetická náročnost a vytiženost nejen v domácnostech, ale hlavně i v průmyslových podnicích. Dřevo je jeden z mála obnovitelných zdrojů energie na rozdíl od fosilních paliv, jejichž zdroje nejsou nekonečné.

Dnešní technologie zpracování dřevního odpadu jsou již na vysoké úrovni. To dokládá například skutečnost, že samotný postup briketace a peletizace je prováděn takřka z 99 % bez přídavných pojiv. Vyrábějí se zařízení vhodná pro malé spotřebitele, ale i velkovýrobu s využitím těchto produktů. V současnosti se pelety a brikety využívají nejenom k vytápění a ohřevu vody v domácnostech, ale jak již bylo řečeno i v průmyslových odvětvích.

V oboru zpracování dřevního odpadu současně probíhají různé výzkumy a zkoušky, které by měly napomoci k tomu, aby energetické využití těchto produktů bylo co nejvyšší. A zároveň se dosáhlo co největší úspory nejen finančních prostředků ale i nákladů výroby a ekologického využití konečného produktu. S tímto úsilím je spojena příprava nových zařízení a vydařené pokusy jejich uplatňování v praxi. Tato zařízení a mechanizaci jsem se alespoň z části snažila uvést a prezentovat v bakalářské práci.

Navzdory rychlému technickému pokroku, lze konstatovat že, dnes jsou v ČR ale i v zemích Evropské unie uplatňována přísná kritéria týkající se opětovného zpracování odpadů jako jsou například dřevní štěpky nebo biomasa. To je i příčinou situace, že se stále pracuje na zkvalitnění a inovaci způsobů zpracování, aby dopad na životní prostředí byl co nejmenší.

6 Seznam použité literatury

- 1 SRB, J. a RŮŽIČKOVÁ, Z.: *Peletizace jemnozrnných surovin*. 1. vyd. SNTL Praha, 1979, 312 stran.
- 2 HRÁZSKÝ, J. a KRÁL, P.: *Využití dřevních a jiných lignocelulozových odpadů*. Mendlova zemědělská a lesnická universita v Brně, 1999, 98 stran, ISBN 80-7157-403-1.
- 3 KOLEKTIV AUTORŮ: *Dřevní odpady a jejich využití*. 1. vyd. Dům techniky ČSVTS ,sborník přednášek, 1989, 130 stran.
- 4 HOLZ, T.: *Topíme dřevěnými peletami*. 1. vyd. Praha, 2007, 140 stran, ISBN 978-80-247-1634-3.
- 5 QUASCHNING, V.: *Obnovitelné zdroje energií*. 1. vyd. Praha, 2010, 296 stran, ISBN 978-80-247-3250-3.
- 6 KLOBUŠNÍK, L.: *Pelety – palivo budoucnosti*. 1. vyd. Praha, 2003, 112 stran, ISBN 80-239-1956-3
- 7 Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie [online]. 2009 [cit. 2011-02-25]. Druhy OZE/Biomasa. Dostupné z WWW: <<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/biomasa>>.
- 8 PEJZL, J.: *Dřevěné (dřevní) pelety*. Biom.cz [online]. 2008-11-26 [cit. 2010-11-15]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevene-drevni-pelety>>. ISSN: 1801-2655.
- 9 SLAVÍK ml, J., HUTLA, P., KÁRA, J.: *Vliv složení směsi na vlastnosti topných pelet*. Biom.cz [online]. 2006-03-29 [cit. 2010-11-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vliv-slozeni-smesi-na-vlastnosti-topnych-pelet>>. ISSN: 1801-2655.
- 10 STUPAVSKÝ, V.: *Pelety z biomasy - dřevěné, rostlinné, kůrové pelety*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2010-11-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevene-rostlinne-kurove-pelety>>. ISSN: 1801-2655.
- 11 STUPAVSKÝ, V. a HOLÝ, T.: *Brikety z biomasy - dřevěné, rostlinné, směsné brikety*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2010-11-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/brikety-z-biomasy-drevene-rostlinne-smesne-brikety>>. ISSN: 1801-2655

- 12 STUPAVSKÝ, V. a HOLÝ, T.: *Skladování pelet a dalších tvarových biopaliv v rodinných domech*. *Biom.cz* [online]. 2010-08-02 [cit. 2010-11-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/skladovani-pelet-a-dalsich-tvarovych-biopaliv-v-rodinnych-domech>>. ISSN: 1801-2655.
- 13 STUPAVSKÝ, V.: *Kvalita pelet - certifikace a normy pro pelety*. *Biom.cz* [online]. 2010-01-01 [cit. 2010-11-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kvalita-pelet-certifikace-a-normy-pro-pelety>>. ISSN: 1801-2655.
- 14 ČERNÝ, Z.: *Máme dostatek dřeva, dřevěných briket a pelet pro český venkov?*. *Biom.cz* [online]. 2008-07-21 [cit. 2010-11-16]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/mame-dostatek-dreva-drevenych-briket-a-pelet-pro-cesky-venkov>>. ISSN: 1801-2655.
- 15 Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Brikety a pelety z biomasy v roce 2007*. <http://www.mpo.cz/dokument53064.html>
- 16 SLADKÝ, V.: *Dřevní peletky - standardní fytopalivo budoucnosti*. *Biom.cz* [online]. 2001-12-11 [cit. 2010-11-21]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-peletky-standardni-fytopalivo-budoucnosti>>. ISSN: 1801-2655.
- 17 PLÍŠTIL, D. a HUTLA, P. a ROY, A.: *Briketování odpadů z dendromasy a zjištění mechanických parametrů briket*. *Biom.cz* [online]. 2005-02-14 [cit. 2010-11-21]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz-bioodpady-a-kompostovani/odborne-clanky/briketovani-odpadu-z-dendromasy-a-zjisteni-mechanickych-parametru-briket>>. ISSN: 1801-2655.
- 18 PLÍŠTIL, D.: *Brikety z energetických bylin*. *Biom.cz* [online]. 2004-09-20 [cit. 2011-01-06]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/brikety-z-energetickych-bylin>>. ISSN: 1801-2655.
- 19 KALYIAN, N. and MOREY, R.V.: *Densification off Biomass (Machanisms, Models, and Experiments on Briquetting and Pelleting of Biomass)*, 2008, 336 stran, ISBN: 978-3-639-05185-8
- 20 SEDLÁČEK, Pavel. *Výroba ekologického paliva na bázi uhelné hmoty, biomasy a odpadních látek*. Ostrava, 2005. 98 s. Dizertační práce. VŠB-TU - Ostrava.

- 21 LASKOWSKI, Janko. *Podstawowe zalezitosti miedzy wlasciwościami fizycznymi nierzdrobnionych surowcow pochodzenia roslinnego*. Gdansk, 1993. 86 s. Oborová práce. Techniczna Budova i eksploatacja maszyn w przemyśle spożywczym.
- 22 GROCHOWITZ, Jan. *Technologia produkcji mieszanek paszowych*. Warszawa, 1969. 123 s. Oborová práce. Techniczna Budova i eksploatacja maszyn w przemyśle spożywczym.
- 23 SOLAŘOVÁ, Hana; KUCHAR, Jan. *Stavebnictví* [online]. 09.10.2010 [cit. 2011-04-17]. Stavebnictví a interiér. Dostupné z WWW: <<http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/peletovaci-lisy-ny-drevo-a-biomasu/>>.
- 24 *Brikli s.r.o., Malšice* [online]. 2008 [cit. 2011-04-23]. Spalitelné odpady. Dostupné z WWW: <http://www.brikli.cz/spalitelne_odpady.php>.
- 25 JAKUBES, Ing. Jaroslav; BELLINGOVÁ, Ing. Helena; ŠVÁB, Ing. Michal. *Moderní využití biomasy : Technologické a logistické možnosti* [online]. [s.l.] : ČEA: Česká energetická agentura, 2006 [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>>.
- 26 BRYOL C., *Alternativní energie, Vytápění peletami v českých zemích*, [cit. 2010-10-15]. Dostupné z WWW: <<http://enviveb.cz/clanek/topeni/79052/vytapeni-peletami-v-eskych-zemich>>.
- 27 LYČKA, Zdeněk. *Biom.cz* [online]. 18.4.2011 [cit. 2011-04-23]. Význam peletizace dřevní hmoty. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyznam-peletizace-drevni-hmoty>>. ISSN 1801-2655.
- 28 HORÁČEK, CSC., Ing. Jaroslav. *Zpracovny nekovového odpadu*. 1. vyd. 2001. Praha : Česká zemědělská univerzita, Praha, 2001. 96 s. ISBN 80-213-0778-7.
- 29 KRIŽAN, Ing. Peter. *Technológia výroby a zariadenia na výrobu ušlachtilych biopaliv*. In *Energie z biomasy III - seminář* [online]. Brno : [s.n.], 2004 [cit. 2011-04-25]. Dostupné z WWW: <http://oei.fme.vutbr.cz/konfer/biomasa_iii/papers/15-Krizan.pdf>.

- 30 SIMANOV, CSC., Prof. Ing. Vladimír. Výroba, zpracování a využití biomasy. In *Program rozvoje venkova* [online]. [s.l.] : [s.n.], 2008 [cit. 2011-04-25]. Dostupné z WWW: <www.rarsm.cz/download/cd3/vyroba_zpracovani_vyuziti_biomasy.pdf>.
- 31 ČR. Nařízení vlády 352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2002, 127, s. 7376-7407. Dostupný také z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=352/2002&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>.
- 32 Strategie MAS Vltava pro využití energie z biomasy. In *CZ Biom - České sdružení pro biomasu* [online]. [s.l.] : [s.n.], 2006 [cit. 2011-04-26]. Dostupné z WWW: <www.vltavotynsko.cz/old//index.php?module=download&idfile=110>.
- 33 *Agico Group* [online]. 2011 [cit. 2011-04-26]. Manufacture and Supplier of Wood Granulator, Pellet Press, Pelletiser-Flat Die Pellet Press in China. Dostupné z WWW: <<http://www.gcmachines.com/News/Pellet-Press-Granulator-Pelletiser--Flat-Die.html>>.
- 34 *Peletovací lisy.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-04-27]. Rourová sušička 4kW. Dostupné z WWW: <<http://www.peletovaci-lisy.cz/lisy/eshop/0/0/5/106-Rourova-susicka-4kW>>.
- 35 *SG Strojírna s.r.o.: Dřevařské technologie* [online]. 2010 [cit. 2011-04-27]. Kotoučové třídiče. Dostupné z WWW: <<http://www.sg-stroj.cz/kotoucove-tridice>>.
- 36 *Brikli s.r.o., Malšice* [online]. 2008 [cit. 2011-04-27]. Briketovací lisy - příslušenství. Dostupné z WWW: <<http://www.brikli.cz/prislusenstvi.php>>.
- 37 *Brikli s.r.o., Malšice : Hydraulický briketovací lis: BrikStar MAGNUM* [online]. 2008 [cit. 2011-04-27]. Briketovací lisy. Dostupné z WWW: <<http://www.brikli.cz/download/BrikStar%20MAGNUM.pdf>>.
- 38 *Brikli s.r.o., Malšice* [online]. 2008 [cit. 2011-04-27]. Briketovací linka BRISUR. Dostupné z WWW: <<http://www.brikli.cz/produkty/na-drevo/briketovaci-linky/brisur.html>>.

- 39 *KOVO Novák, Citonice* [online]. 2010 [cit. 2011-04-27]. Granulační stroje. Dostupné z WWW: <<http://www.kovonovak.cz/mala-granulacni-linka>>.

7 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: <i>Dřevěné pelety bez kůry [18]</i>	10
Obrázek č. 2: <i>Dřevěné pelety s kůrou [18]</i>	10
Obrázek č. 3: <i>Dřevěné brikety s dutinou [11]</i>	13
Obrázek č. 4: <i>Dřevěné brikety balené ve folii [11]</i>	14
Obrázek č. 5: <i>Příměs pelet – seno zpracované na nožovém šrotovníku</i>	16
Obrázek č. 6: <i>Příměs pelet – obilné a slunečnicové plevy</i>	16
Obrázek č. 7: <i>Dřevní odpad z tvrdých dřev</i>	17
Obrázek č. 8: <i>Piliny a hobliny z truhlářské výroby</i>	18
Obrázek č. 9: <i>Příměs dřevních briket – pazdeří konopí [24]</i>	19
Obrázek č. 10: <i>Briketa z umělého dřeva [24]</i>	19
Obrázek č. 11: <i>Kotoučový třidič [35]</i>	22
Obrázek č. 12: <i>Řezací šrotovník zařazený před peletovací linkou</i>	23
Obrázek č. 13: <i>Detail řezacího šrotovníku</i>	24
Obrázek č. 14: <i>Rourová sušička [34]</i>	25
Obrázek č. 15: <i>Granulační lis a kruhová matrice [33]</i>	26
Obrázek č. 16: <i>Briketovací lis BrikStar [37]</i>	28
Obrázek č. 17: <i>Briketovací linka BRISUR [38]</i>	29
Obrázek č. 18: <i>Linka na výrobu pelet a granulí MGL 200 [39]</i>	31

8 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: <i>Výhřevnosti a objemové hmotnosti používaných tuhých biopaliv [25]</i>	7
Tabulka č. 2: <i>Klasifikace materiálu podle briketovatelnosti [20]</i>	12
Tabulka č. 3: <i>Schéma zpracování homogenní dřevní hmoty</i>	15
Tabulka č. 4: <i>Průměrné chemické složení hořlaviny dřevní hmoty [22]</i>	17

9 Seznam příloh

Příloha č. 1: <i>Schéma briketovacího lisu firmy Briklis [37]</i>	41
---	----

Příloha č. 1: Schéma briketovacího lisu firmy Briklis [37]

4. Základní sestava a jednotlivé části stroje

